

⑫ 公開特許公報(A)

平3-196583

⑤Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成3年(1991)8月28日

H 01 L 35/32
G 01 J 1/02
5/02

A 7210-5F
C 9014-2G
B 8909-2G

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

④発明の名称 縦型シリコンサーモバイル及びその製造方法

②特 願 平1-72899

②出 願 平1(1989)3月24日

⑦発明者 坂 本 光 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内
⑦発明者 川 崎 篤 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内
⑦発明者 金 沢 智 志 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内
⑦発明者 榎 井 昇 一 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内
⑦出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
⑦代 理 人 弁理士 青 柳 稔
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

縦型シリコンサーモバイル及びその
製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 単結晶シリコン基板内にその厚さ方向に複
数個のp型層とn型層とこれらを絶縁する絶縁層
を形成し、

これらp型層とn型層の各端面を基板表、裏面
に被着した金属層により接続して全体をジグザグ
状の直列接続体とし、

温接点となる側の面上には絶縁層を介して電磁
波吸収体層を被着したことを特徴とする縦型シリ
コンサーモバイル。

2. p型単結晶シリコン基板とn型単結晶シリ
コン基板それらの表面の絶縁膜で貼り合わせる工
程と、

貼り合わされたp型基板に、n型基板に達する
穴をあけ、該穴にn型シリコン層を成長または堆
積させ、また貼り合わされたn型基板に、p型基

板に達する穴をあけ、該穴にp型シリコン層を成
長または堆積させる工程と、

p型基板の穴に成長または堆積したn型シリコ
ン層の周囲に穴をあけてその穴に絶縁層を成長ま
たは堆積させ、またn型基板の穴に成長または堆
積したp型シリコン層の周囲に穴をあけてその穴
に絶縁層を成長または堆積させる工程と、

こうしてできた、貼り合わされたp型基板とn
型基板を貫通し絶縁層で相互に絶縁されたp型層
とn型層の端面を金属層で接続して全体をジグザ
グ状の直列接続体にする工程と、

温接点側の端面に絶縁膜を介して電磁波吸収体
を被着する工程とを有することを特徴とする縦型
シリコンサーモバイルの製造法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、赤外線などのセンサに利用できる、
シリコン単結晶を使用したサーモバイルとその製
造方法に関する。

(従来の技術)

単結晶シリコンを用いたサーモパイルとしては、
p型シリコンストリップとアルミニウムを用いた
ものが報告されている (G.D.NIEVELD, Thermopiles
Fabricated using Silicon Planar Technology,
Sensors and Actuators, 3, (1982/83) 179-183)。

このサーモパイルは、n型シリコン単結晶内に
形成された $10 (\mu m) \times 1.5 (mm)$ (マスク寸
法) の形状を持つp型シリコンストリップと、そ
の上部に形成されたシリコン酸化膜で該ストリッ
プと絶縁されたアルミニウムストリップとを直列
に接続してなる熱電対を多数用いた構造である。
比抵抗が $5 \times 10^{-2} (\Omega cm)$ のシリコンストリッ
プを持つこのサーモパイルの熱起電力は、熱電対
を152組直列に接続したもので76 (mV/K)
得られ、内部抵抗値は250 (k Ω) である。

このように、サーモパイルの熱電対としてp型
シリコンストリップとアルミニウムストリップを
使用した場合、サーモパイルの出力である熱起電
力への双方の材料の寄与を比較すると、p型単結
晶シリコンのゼーベック係数は、そのドーピング

濃度にも依存するが、その値はほぼ450~1600

($\mu V/K$) をとるのに対し、アルミニウムは-
1.7 ($\mu V/K$) 程度となり、熱電対の出力感度
に対するアルミニウムの寄与は相対的に極めて小
さい。従って、サーモパイルの出力を大きくする
にはアルミニウムを大きなゼーベック係数をもつ
別の材料に代える必要がある。

また従来のシリコン基板利用サーモパイルは平
面型であり、多数の熱電対を平面上に並べそれら
を直列接続する型式をとっている。これでは1個
のサーモパイルが占める面積を余り小さくするこ
とはできず、例えば4 (mm) \times 4 (mm) 程度の
大きさになってしまう。撮像素子などでは解像度
を上げるべく、素子の一層の微小化が望まれる。
(発明が解決しようとする課題)

このように、シリコン単結晶とアルミニウムの
熱電対では、熱起電力が十分でない。また多数の
熱電対を平面上に配設したサーモパイルでは、集
積度向上が十分にはできない。

本発明はかかる点を改善し、熱電対の起電力が

大きく、これを多数配設しても所要面積が大とな
らない立体構造のサーモパイルを提供することを
目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

第1図に示すように本発明では、単結晶シリコ
ン基板10内に多数のp型層21, 22, ……と
n型層31, 32, ……と、これらを相互に絶縁
する絶縁層41を形成する。これらのp型層、n
型層は単結晶シリコン、多結晶または非晶質シリ
コンのいずれでもよい。また絶縁層41は二酸化
シリコン、ノンドープの多結晶シリコンなどでよ
い。基板10の表面および裏面も絶縁層42, 4
3で被覆し、この絶縁層から露出するp型層、n
型層の両端面を金属層51, 52, ……および6
1, 62, ……で接続し、全体をジグザグ状の直
列接続体にする。このジグザグ状直列接続体はX
方向に延び、かかるものがY方向に複数組あり、
これらは全て直列に接続されて1つのサーモパ
イルを構成する。

p型層とn型層の一方の端面、例えば金属層5

1, 52, ……で接続された端面が温接点側、他
方の端面本例では金属層61, 62, ……で接続
された端面が冷接点側になる。この温接点側には
図示しない絶縁層を介して電磁波吸収体70が形
成される。

このサーモパイルは、p型シリコン基板とn型
シリコン基板を貼り合せ、そのp型基板に穴をあ
けてn型シリコン層を成長または堆積させまたn
型基板に穴をあけてp型シリコン層を成長または
堆積させ、これらのシリコン成長または堆積層の
周囲に穴をあけてその穴に絶縁層を成長または堆
積させ、こうしてp, nシリコン基板を貫通する
p型層21, 22, ……及びn型層31, 32,
……を作り、これらの端面に金属層51, 52,
……61, 62, ……を被着し、温接点側には絶
縁層を介して電磁波吸収体70を取付ける、とい
う要領で作ることができる。

(作用)

このサーモパイルでは電磁波吸収体70に入射
した電磁波により該吸収体の温度が上昇(降温)

し、この近傍にある熱電対の温接点の温度が冷接点側よりも上昇(降温)する。これにより、熱電対の温接点と冷接点の間に温度差が生じて、ゼーベック効果により熱起電力が発生する。電磁波は例えば赤外線であるが、電磁波吸収体19に吸収されて熱になるものであれば何でもよく、全波長帯域型である。p型層21, 22, ……、n型層31, 32, ……はシリコンであるからゼーベック係数が大きく、これらで構成される熱電対の熱起電力は大きい。サーモバイルは、かかる熱電対の複数個を直列に接続して構成するので、その総熱起電力は各々の熱電対が発生する熱起電力の総和となる。

またこのサーモバイルはその構成要素である熱電対の素子21と31, 22と32, ……が基板10の厚み方向に延びており、温接点群の下方にこれらの素子が埋まっている形になっている。従って集積度が高く、温接点の周囲に非感光領域がないので、微小ピクセルを1次元または2次元に多数配設した構造の撮像素子を容易に構成できる。

である。

第2図にこのサーモバイルの製造工程を示す。先ず(1)に示すようにp型単結晶シリコン基板11とn型単結晶シリコン基板12を用意し、熱酸化により表面に二酸化シリコン膜13, 14を形成する。

次に(2)に示すように、これらの基板11と12を貼り合わせる。この貼り合わせは、酸化膜13, 14を純水でぬらしたのち重ね合せ、200℃でベークした後、800～1000℃の温度で30～60分間熱処理することにより行なうことができる。

次に(3)に示すように、p型基板11にn型層31, 32, ……(以下30という)の断面に相当する穴をあける。この穴は、貼り合せ部分の酸化膜13, 14を貫いて、n基板12が露出するまであける。然るのちCVD法などでn型シリコン層を成長または堆積させ、上記穴をシリコン層で埋める。12aはこの穴に成長または堆積したn型シリコン層を示し、これは単結晶、多結晶または非晶質(アモルファス)である。熱電対の熱起電力

このサーモバイルでは異種金属(p, n型層)を直接接続しないで、金属層51, 52, ……61, 62, ……を介して接続する。温接点側の温度はどれも等温と見做せるので、中間金属の法則が適用され、金属層51, ……は熱電対の起電力には影響を及ぼさない。

このサーモバイルはトランジスタ製造工程を応用して製作することができ、製造は容易である。

(実施例)

このサーモバイルの具体例を示すと、p型層21, 22, ……のサイズはX方向で25(μm)、Y方向で25(μm)、Z方向で500(μm)であり、n型層31, 32, ……のサイズはX方向で25(μm)、Y方向で25(μm)、Z方向で500(μm)である。p型層とn型層の各1つで構成される熱電対の個数は50個であり、p型層、n型層が共に多結晶シリコンのとき1(K)の温度差で25mVの熱起電力を生じる。このサーモバイル全体の大きさはX方向で475(μm)、Y方向で475(μm)、Z方向で約500(μm)

は単結晶の方が高いので、単結晶シリコンが成長するように工程を管理するのがよい。穴の周囲のp基板上にもn型シリコンが成長または堆積するが、これはエッチングなどにより除去する(他も同様)。

次は(4)に示すようにn基板12にp型層21, 22, ……(以下20という)の断面に相当する穴をあけ、この穴にp型シリコン11aを成長または堆積させる。これも単結晶、多結晶、または非晶質であるが、単結晶が成長するようにするのが好ましい。こうして(5)に示すように、貼り合わされたp型基板11とn型基板12を貫通し、交互に並ぶp型層20とn型層30ができ上る。

次はp型基板11のn型層の周囲に溝を作り、この溝にCVD法などにより絶縁層(二酸化シリコンなど)41aを成長または堆積させる。(7)に示すようにn型基板12側のp型層の周囲にも溝を作り、この溝に絶縁層(二酸化シリコンなど)41bを成長または堆積させる。

次は(8)に示すようにアルミニウムなどの金属の

蒸着、そのパターニングを行なって、金属層50、60を形成する。これで第1図に示すサーモパイルができ上る。なお表面の絶縁膜などは適宜形成しまた除去する。

次は(9)に示すように電磁波吸収体70を温接点側に取付けるが、これは絶縁層71の形成、金属(この場合は金Au)の蒸着、そのパターニングを行なえばよい。

p型基板11とn型基板12の厚さは200～300(μm)、であり、これらを合わせたp型層20、n型層30の長さは500～600(μm)である。p/n型層の断面は100(μm) \times 100(μm)程度であり、これで1(mm^2)内に収まるサーモパイルを作ることができる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明によれば立体構造のサーモパイルを提供でき、解像度の高い1次元または2次元センサの提供に有効である。

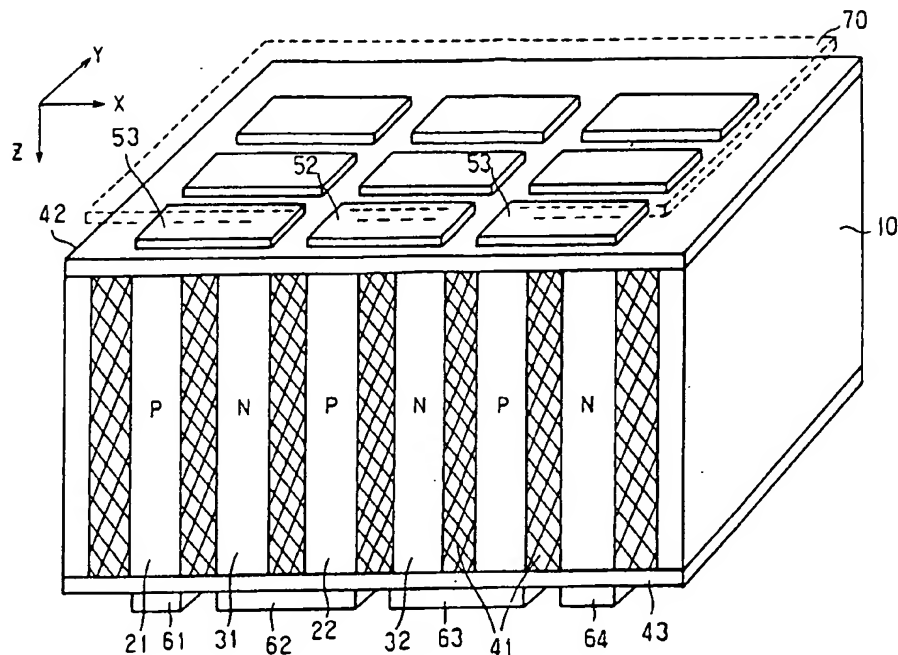
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のサーモパイルの説明図、

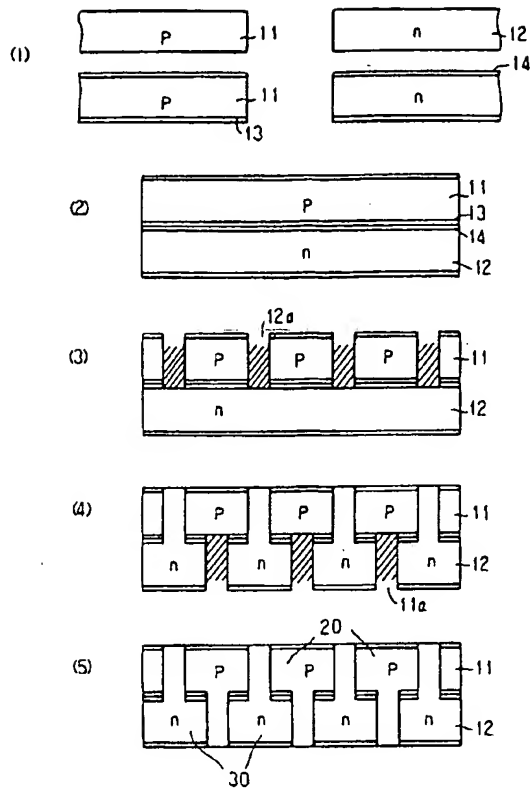
第2図は本発明のサーモパイルの製造工程を示す説明図である。

第1図で21、22はp型層、31、32、…はn型層、51、52、…、61、62、…は金属層、70は電磁波吸収体である。

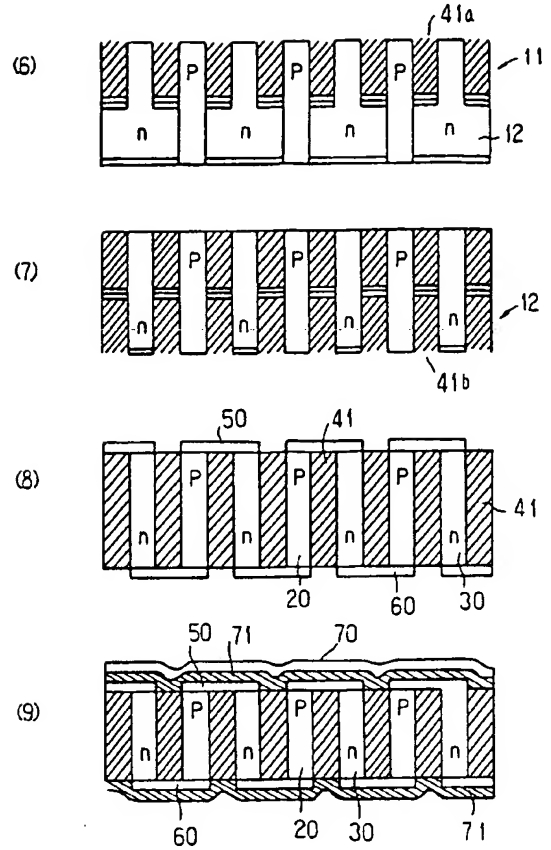
出願人 新日本製鐵株式会社
代理人 弁理士 青 柳 稔



第1図



第 2 図 (a)



第 2 図 (b)

第 1 頁の続き

②発 明 者 橋 口

原

神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第 1 技術研究所内